

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.

CLIPPEDIMAGE= JP362215424A
PAT-NO: JP362215424A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 62215424 A
TITLE: METHOD OF SUPPLYING GRANULAR BODY

PUBN-DATE: September 22, 1987

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

YAMANE, AKIRA

IWAMURA, TADAAKI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

KAWASAKI STEEL CORP

N/A

APPL-NO: JP61055734

APPL-DATE: March 13, 1986

INT-CL_(IPC): B65G053/66

US-CL-CURRENT: 406/19

ABSTRACT:

PURPOSE: To enable conveyance without a conveyer pipe line being blocked, in an arrangement in which a granular body is conveyed by carrier gas through the conveying pipe line, by obtaining beforehand a velocity of particles of the granular body, in which the granular body may be prevented from blocking the conveyer pipe line, and by determining the volume of carrier gas in accordance with the velocity of the particles.

CONSTITUTION: In such an arrangement that a granular body is discharged into a conveyer pipe line 12 through which carrier gas flows, from a weighing blow-in tank 10 while the pressure in the tank 10 is held at a predetermined value, and is then fed into a metal mixing vehicle 14, a flow restrictor 18 which is controlled by a flow regulator 20 is disposed in the conveyer pipe line 12. Further, a blow-in volume set value signal Wt for determining the rotational speed of a rotary feeder 16 or the feed-out amount of the granular body is delivered to a signal converter 22 for converting the same into an optimum conveying gas flow rate, and the output of the signal converter 22 is used as a cascade signal 20 for the flow regulator 20. Further, in this arrangement the

velocity of particles which may prevent the granular body from blocking the conveyer pipe line 12 is beforehand obtained, and then the above-mentioned optimum volume of carrier gas is determined in accordance with a volume of carrier gas which sustains the thus obtained particle speed, in order to control a flow rate adjuster 20.

COPYRIGHT: (C)1987,JPO&Japio



⑫ 公開特許公報(A) 昭62-215424

⑤ Int. Cl.⁴
B 65 G 53/66識別記号 庁内整理番号
B-8611-3F

④ 公開 昭和62年(1987)9月22日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全7頁)

⑬ 発明の名称 粉粒体供給方法

⑭ 特 願 昭61-55734

⑮ 出 願 昭61(1986)3月13日

⑯ 発 明 者 山 根 明 倉敷市水島川崎通1丁目(番地なし) 川崎製鉄株式会社
水島製鉄所内⑰ 発 明 者 岩 村 忠 昭 倉敷市水島川崎通1丁目(番地なし) 川崎製鉄株式会社
水島製鉄所内

⑱ 出 願 人 川崎製鉄株式会社 神戸市中央区北本町通1丁目1番28号

⑲ 代 理 人 弁理士 松山 圭佑 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

粉粒体供給方法

2. 特許請求の範囲

(1) 粉粒体を取容した圧力容器内を一定圧力に保持しつつ前記粉粒体を圧力容器から搬送気体が流通する輸送管内に流出させ、搬送気体により所定個所へ送給する粉粒体供給方法において、前記粉粒体の輸送管内閉塞を防止する粉粒体の粒子速度を予め求め、該粒子速度を維持する搬送気体量を基に前記輸送管内に流出される粉粒体量から搬送気体流量を定めると共に、該搬送気体流量となるように前記輸送管内を流通する搬送気体流量及び搬送気体圧力の少なくとも一方を制御することを特徴とする粉粒体供給方法。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は粉粒体供給方法に係り、特に、底吹転炉、上底吹転炉、溶鉄予備処理設備、2次精練設備等における冶金反応を目的とした粉粒体インジ

エクシヨン技術、一般的な粉粒体のガスによる搬送(ニューマチックコンベア)技術に適用して好適な、粉粒体を取容した圧力容器内を一定圧力に保持しつつ前記粉粒体を圧力容器から搬送気体が流通する輸送管内に流出させ、搬送気体により所定個所へ送給する粉粒体供給方法の改良に関する。

〔従来の技術〕

従来、底吹転炉、混鉄車、取鋼等の冶金反応容器内の溶融金属に、粉粒化された反応剤をN₂、Ar等の不活性なガスあるいはO₂等の精練ガスを搬送気体として吹込み、冶金反応を促進することを主たる目的とした粉粒体供給設備には概略以下の3型式がある。

第1の型式の粉粒体供給設備は、第8図に示されるように、ロードセル等の荷重検出器1により重量を計測する秤量吹込タンク2に対して、その下部に内部の粉粒体を流動化することを目的とした高圧型エアレーター3を取付け、又その上部には前記タンク2中の圧力をフィードバック制御することを目的とした圧力制御装置4を備えた加

圧ライン5を設けて構成されている。なお、前記圧力制御装置4は後述する搬送ライン7との差圧を制御して行う場合もある。

前記エアレーター3にエアレーションライン6を介してガスを供給すると、圧力損失が大きいため圧縮性流体力学で言うところの臨界条件が成立し、そのガス流速はマッハ数=1(即ち音速)となり、この結果、粉粒体は流動化され、タンク2と搬送ライン7との差圧エネルギーにより切出されることになる。このとき、搬送気体を搬送ライン7に設けた流量制御装置8によつて流量フィードバック制御を行いながら供給するようにしている。

第2の型式の粉粒体供給設備は、第9図に示されるように、ロードセル等の荷重検出器1Aにより重量計測する秤量吹込タンク2Aに対してその下部に内部の粉粒を流動化すると共に、タンク2A内の圧力制御を行う低差圧型エアレーター3Aを取付け、圧力制御装置4Aによりタンク圧力のフィードバック制御を行うようにして構成されて

いる。なお、前記圧力制御装置4Aの制御は差圧制御によつて行われる場合もある。

この第2の型式の粉粒体供給設備は前記第1のものに比べて、エアレーター部のガス流速は小さいもののそのガス流量が多いため、粉粒体は流動化され、タンク2Aと搬送ライン7Aとの差圧エネルギーにより切出される。このとき、前記第1の設備と同様に搬送気体を流量制御装置8Aによつて流量フィードバック制御を行いながら供給するようにしている。

第3の型式の粉粒体供給設備は、第10図に示されるように、荷重検出器1Bにより重量計測する秤量吹込タンク2Bに対してその下部にロータリーフィーダー等の能動的機械切出装置3Bを取付けて構成したものである。前記タンク2Bの圧力は、圧力制御装置4Bにより圧力フィードバック制御されるようにされている。

前記秤量吹込タンク2B内の粉粒体は前記ロータリーフィーダー3Bによつて搬送ライン7Bに切出され、前記第1及び第2の設備と同様に搬送

気体の流量制御装置8Bによつて流量フィードバック制御された搬送気体により搬送されるようにされている。

前記粉粒体の切出し量は、前記第1及び第2の設備の場合には、秤量吹込タンクと搬送ラインとの差圧エネルギーの大小によつて、又、前記第3の設備の場合にはロータリーフィーダーの回転数によつてそれぞれ制御されるもので、これらの技術は、例えば特開昭57-67422、特開昭59-74822において開示されている。

【発明が解決しようとする問題点】

前記従来の粉粒体供給設備においては、粉粒体を安定して反応容器に搬送するには、搬送気体の流量設定が重要となることは自明である。流体力学における搬送理論によれば、粉粒体を安定して搬送するには、輸送管中の粉粒体重量と搬送気体重量との比いわゆる固気比(S/G)が重要なパラメーターとなる。この固気比 S/G が小さければ小さいほど粉粒体は安定して輸送されるが、逆に、搬送気体の流量が多過ぎると溶融金属の反応

容器からの横溢、過度な温度降下、運転コストの増大等の不利益を生ずるという問題点を有する。

又、逆に搬送気体流量を少なくして固気比 S/G を上げ、上記不利益を解消するものとすれば、輸送管内で粉粒体が失速し滞留状態となり、ひいては輸送管が閉塞してしまうという問題点を有する。

従つて、一般的にはこれらの類いの装置は、可能な限り少ない搬送気体流量でもつて安定した粉粒体の搬送を行うことが究極の目的となる。しかしながら、この最適搬送気体流量を与える指針が曖昧で、例えば輸送管内の流速を 10 m/sec 以上にするとといった類いの経験的な数字しか存在せず、粉粒体供給設備の設計及び運転に重大なる支障を及ぼすという問題点を有する。

【発明の目的】

本発明は上記従来の問題点に鑑みてなされたものである。

即ち、4種類の粉粒体を排出後混合方式にて混鉄車内に吹込む機能を有する溶鉄予備処理設備の

粉粒体供給装置において、稼動直後に粉粒体の輸送管内閉塞が頻発した。そこで、その閉塞の機構を解明すべく、輸送管内の粒子群に対して、輸送管壁との摩擦を配慮した運動方程式を立て、それを解くことによつて粒子群の運動のシミュレーションを行つていた。その過程で、安定状態で効率良く粉粒体を搬送するには、従来の如く搬送気体流量をパラメータとするのではなく粒子速度をパラメータとすべきであることを知見した。

この知見に基づき本発明はなされたものであつて、効率良く、且つ輸送管内閉塞が生じることのない安定状態で粉粒体を搬送することのできる粉粒体供給方法を提供することを目的とする。

【問題点を解決するための手段】

本発明は、第1図に示されるように、粉粒体を収容した圧力容器内を一定圧力に保持しつつ前記粉粒体を圧力容器から搬送気体が流通する輸送管内に流出させ、搬送気体により所定箇所へ送給する粉粒体供給方法において、前記粉粒体の輸送管内閉塞を防止する粉粒体の粒子速度を予め求め、

力に保持しつつ前記粉粒体を前記吹込タンク10から搬送気体が流通する輸送管12内に流出させ、搬送気体により混雑車14へ送給する粉粒体供給方法において、前記粉粒体の輸送管12内閉塞を防止する粉粒体の粒子速度を予め求め、該粒子速度を維持する搬送気体量を基に前記輸送管12内に流出される粉粒体量から搬送気体流量を定めると共に、該搬送気体流量となるように前記輸送管12内を流通する搬送気体流量を制御するように構成したものである。

前記タンク10にはその下部にはロータリーフィーダー16が取付けられている。なお、図中の符号11は荷重検出器を示す。

又、前記輸送管12には、搬送気体の流量を絞る流量絞り弁18が配設されている。この流量絞り弁18は流量調整器20により流量制御されるように構成されている。なお、図中の符号21は流量計を示す。

搬送気体の流量は前記流量調整器20によりフィードバック制御されている。前記流量調整器2

該粒子速度を維持する搬送気体量を基に前記輸送管内に流出される粉粒体量から搬送気体流量を定めると共に、該搬送気体流量となるように前記輸送管内を流通する搬送気体流量及び搬送気体圧力の少なくとも一方を制御することにより、上記目的を達成するものである。

【作用】

本発明において、粉粒体の輸送管内閉塞を防止する粉粒体の粒子速度を予め求め、該粒子速度を維持する搬送気体量を基に前記輸送管内に流出される粉粒体量から搬送気体流量を定めると共に、該搬送気体流量となるように前記輸送管内を流通する搬送気体流量及び搬送気体圧力の少なくとも一方を制御することにより、効率良く、且つ輸送管内閉塞が生じることのない安定状態で粉粒体を搬送することができるようになる。

【実施例】

以下本発明の実施例を図面を参照して説明する。

本実施例は第2図乃至第7図に示されるように、粉粒体を収容した秤量吹込タンク10内を一定圧

力に保持しつつ前記粉粒体を前記吹込タンク10から搬送気体が流通する輸送管12内に流出させ、搬送気体により混雑車14へ送給する粉粒体供給方法において、前記粉粒体の輸送管12内閉塞を防止する粉粒体の粒子速度を予め求め、該粒子速度を維持する搬送気体量を基に前記輸送管12内に流出される粉粒体量から搬送気体流量を定めると共に、該搬送気体流量となるように前記輸送管12内を流通する搬送気体流量を制御するように構成したものである。

即ち、前記ロータリーフィーダー16の回転数を決定する、つまり、粉粒体の切出し量を決定する吹込量設定値信号 W_t を予め決定された最適搬送気体流量に変換する信号変換器22に入力し、この変換器22の出力、即ち、吹込量設定値信号 W_t に対する最適搬送気体流量設定値の出力を前記流量調整器20のカスケード信号とするようにしている。

前記粉粒体の粒子速度は次のようにして求める。なお、粉粒体群に対する運動方程式の導出は公知であり、例えば、「粉粒体の空気輸送」(上巻、日刊工業新聞社刊)等にも詳述されている。第3図に示されるように、内径 D の輸送管12内に供給速度 W_t で平均粒径 d 、密度 ρ_s の粉粒体が、又、供給流量 F_t 、密度 ρ_n (いずれも標準状態で換算)で搬送気体が固気二相流の形態で流動している場合、輸送管12の長手方向中の微小部 $d\ell$ 中に存在する粉粒体に働く力は重力を無視する

と搬送気体速度 U_a 及び粒子速度 U_s の差に起因する形状抵抗力 F_r (進行方向)と、輸送管12の管壁との摩擦力 F_f (逆方向)とが存在する。両者を考慮した運動方程式を立て、整理すると以下の非線形一階常微分方程式を得る。

$$\begin{aligned} dU_s / dt = & 3/4 \cdot \{ (\rho_a \cdot C_D) \\ & / (\rho_s \cdot d) \} \\ & \cdot (U_a - U_s)^2 - \lambda_m \\ & \cdot 1/D \cdot (U_s^2 / 2 \\ & + (F_t \times \rho_n \times U_s^2) \\ & / (2U_a \cdot W_t)) \quad \dots (1) \end{aligned}$$

ここで、 ρ_a は使用状態での搬送気体密度、 C_D は粒子の形状抵抗係数、 λ_m は輸送管の管壁と粉粒体との摩擦係数をそれぞれ示す。前記使用状態での搬送気体密度 ρ_a は近似的には使用圧力 P_a と標準状態における搬送気体密度 ρ_n との積により求められる。

上記(1)式における未知のパラメータは、形状抵抗係数 C_D 及び摩擦係数 λ_m である。

前記形状抵抗係数 C_D は粒子の形状を球である

と仮定すると Schlichting H. (Boundary Layer Theory) 等の実験データがあり、そのデータを線形補完することによつて求めることが可能である。又、公知の Newton 近似、Stokes 近似、Oseen 近似、Allen 近似等の手段を用いることもできる。

又、管壁と粉粒との摩擦係数 λ_m は、一般的には搬送気体の摩擦係数 λ_a の $1/2 \sim 1/3$ と言われており、搬送気体の摩擦係数 λ_a は実験データが存在する(例えば化学工学便覧)ので、それらの値を使用することにより求める。あるいは、圧力損失を実測して前記摩擦係数 λ_m を求めるようにしてもよい。

上記(1)式は解析的に解くことも可能であるが、搬送気体速度 U_a 、粒子の形状抵抗係数 C_D 等は粒子速度 U_s の値によつて変化するパラメータが存在するので、むしろ近似解法によつて求めるほうが好ましい。この1例を第4図に示す。

第4図は、搬送気体速度 U_a 、粒子速度 U_s の計算のフローチャートを示したものである。

まず、ステップ100において搬送気体速度 U_a と粒子速度 U_s の初期値を設定する。次に、ステップ102に進み、前記搬送気体速度 U_a 、粒子速度 U_s の値に基づいて、前出 Schlichting のデータを用いて粒子の形状抵抗係数 C_D を計算する。次に、ステップ104に進み、公知の Runge Kutta 法により前出(1)式の運動方程式を解く。このステップ104において粒子速度 U_s が収束したところで計算を終了し、次に、ステップ106に進む。

ステップ106においては、例えば次式に基づいて搬送気体速度 U_a を計算する。

$$U_a = (F_t \times P_a \times \rho_s \times U_s) / (S \times \rho_s \times U_s - W_t) \quad \dots (2)$$

ここで S は輸送管の断面積を示す。

次に、ステップ108に進み、搬送気体速度 U_a が収束したか否かを判定する。このステップ108において搬送気体速度 U_a が収束していないと判定される場合には、プログラムは前出ステップ102に戻り、以下ステップ102～108を

循環処理する。前記ステップ108において搬送気体速度 U_a が収束した場合には計算を終了する。

このような計算流れによつて、粉粒体の輸送開始点から末端までの粒子速度 U_s の時間変化を求めることができる。

第5図は、前記計算結果を、粉粒体輸送開始点から末端までの粒子速度 U_s の時間変化として表した線図であり、横軸には輸送管の輸送開始点からの時間を縦軸には粒子速度 U_s をそれぞれ取つたものである。この第5図からも明らかなように、粒子速度 U_s は短時間で収束することがわかる。

この粒子速度 U_s の最適制御点をいかに設定すべきかは、各粉粒体供給装置の置かれた環境の相違によりその都度判断するようにする。本実施例においては、粉粒体の安定輸送即ち閉塞防止の観点にたち、前記粒子速度 U_s の最適制御点を求めている。

第6図は、横軸に固気比 S/G を、縦軸に前出(1)式を解いて求めた粒子速度 U_s を取り、実験における操業状況を安定吹込み状態のとき○印

で、不安定吹込みあるいは閉塞状態のときX印で表しプロットしたものである。この第6図からも明らかなように、本実施例における粉粒体の場合には粒子速度 U_s は 5 m/sec 程度のところに境界値があり、それ以上であると安定輸送が可能ながことが判明した。そこで、本実施例の場合若干の余裕をみて粒子速度 U_s を 5.2 m/sec とすようにしている。

次に、前出第4図で示される計算フローチャートに基づき、任意の粉粒体供給速度 W_t に対して粒子速度 U_s が 5.2 m/sec となるような搬送気体流量 F_t を求める。この算出結果を第7図に示す。この第7図からも明らかなように、搬送気体流量 F_t は粉粒体供給速度(粉粒体吹込み量)の単調増加関数となつていことがわかる。この第7図に示される線図を用いて、粉粒体吹込み量に対して最適な搬送気体流量を一義的に決定することができる。この決定された搬送気体流量 F_t となるように、前記輸送管12内を流通する搬送気体流量を制御するものである。

本実施例によれば、前記粉粒体の輸送管12内閉塞を阻止する粉粒体の粒子速度 U_s を予め求め、該粒子速度 U_s を維持する搬送気体流量を基に前記前記輸送管12内に流出される粉粒体流量から搬送気体流量 F_t を定めると共に、該搬送気体流量 F_t となるように前記輸送管12内を流通する搬送気体流量 F_t を制御するようにすることにより、最小の搬送気体流量によつて効率良く且つ輸送管12内閉塞が生じることのない安定状態で粉粒体を搬送することができる。

なお、前記実施例において、粒子速度 U_s をパラメータとして搬送気体流量を制御するようにされたが、本発明はこれに限定されることなく、前記粒子速度 U_s を粒子の沈降速度 U_g で除して無次元化し、この無次元化した粒子速度をパラメータとして用いるようにしたものであつても良い。

又、前記実施例においては設定搬送気体流量となるように搬送気体流量を制御するようにされたが、本発明はこれに限定されることなく、搬送気体圧力を制御するようにして前記設定搬送気体流

量となるようにされたものであつても良い。

【発明の効果】

本発明は上記のように構成したので、輸送管内閉塞が生じることのない安定状態で且つ効率良く粉粒体を搬送することができるという優れた効果を有する。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明に係る粉粒体供給方法の要旨を示す流れ図、第2図は本発明の実施例を示す管路図、第3図は本発明の原理を説明するため、輸送管中の固気二相流れに働く力を示す平面図、第4図は粒子速度、搬送気体速度を計算するための流れ図、第5図は粒子速度の時間変化を示す線図、第6図は固気比と粒子速度との関係から最適な粒子速度を示す線図、第7図は粉粒体供給速度と搬送気体流量との関係を示す線図、第8図乃至第10図は従来の粉粒体供給設備を示す管路図である。

10…秤量吹込タンク、

12…輸送管、

14…混攪車、

16…ロータリーフィーダー、

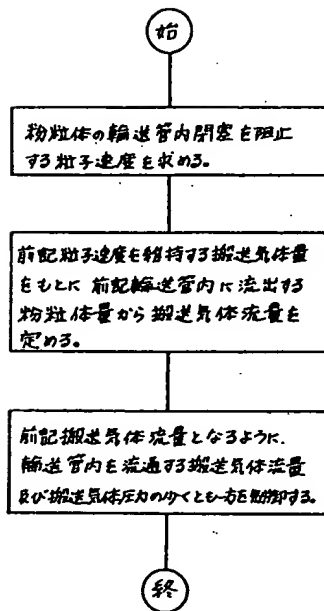
18…流量絞り弁、

20…流量調節器、

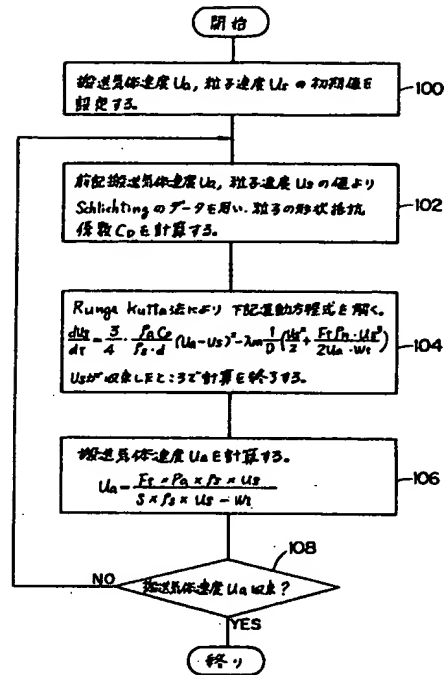
22…信号変換器。

代理人 松 山 圭 佑
高 矢 諭

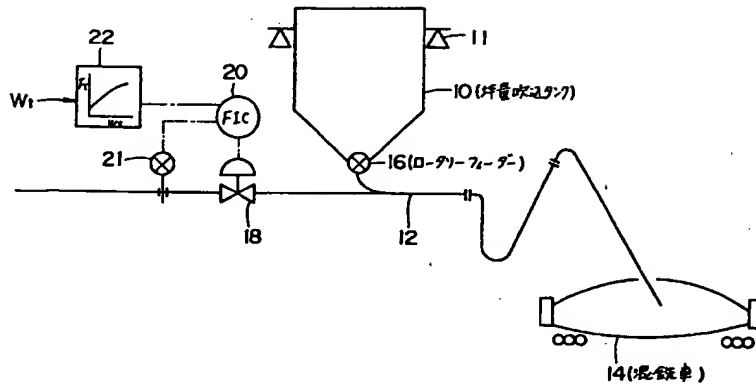
第 1 図



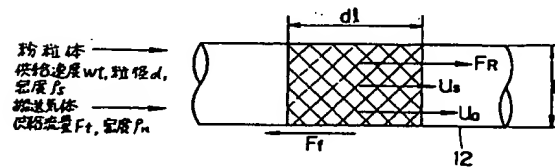
第 4 図



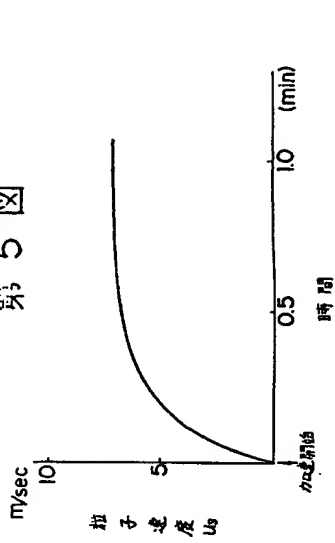
第 2 図



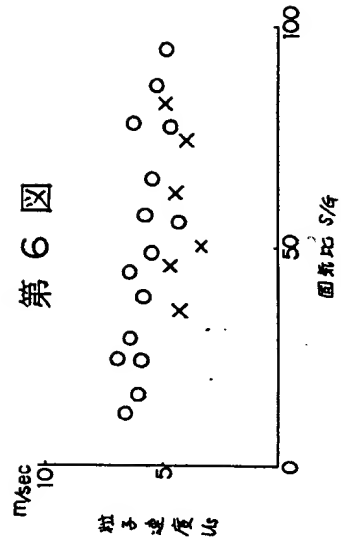
第 3 図



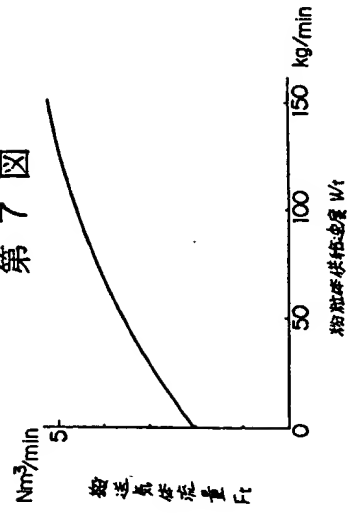
第 5 図



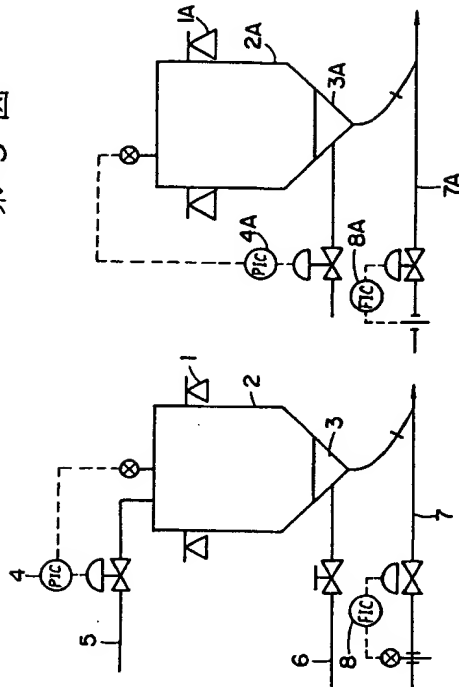
第 6 図



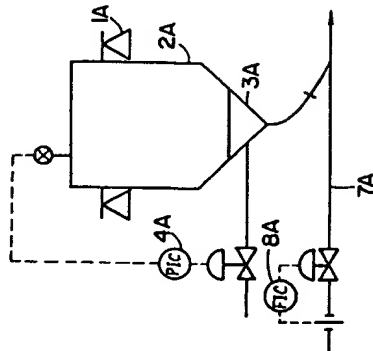
第 7 図



第 8 図



第 9 図



第 10 図

